

Haarer:

Ueber den Haarmann'schen  
Läng- u. Querswellen - Oberbau  
mehrerer Conditio.

## Ueber den Haarmann'schen Lang- und Querschwellen-Oberbau neuerer Construction.

Vom Reg.-Baumeister Häseler, Professor an der technischen Hochschule in Braunschweig.

(Hierzu Fig. 1—8 auf Taf. XII.)

### I. Der Haarmann'sche Langschwellen-Oberbau.

Seit den Mittheilungen, welche Verfasser in dem ersten Hefte dieser Zeitschrift vom Jahre 1880 über den Haarmann'schen Langschwellen-Oberbau machte, wie er auf der Versuchsstrecke in der Hannoverschen Staatsbahn bei Osnabrück zur Ausführung gekommen, hat letzter Oberbau mannigfache Veränderungen erlitten und ist in grösserem Maassstabe auf verschiedenen Hauptverkehrslinien verlegt, unter anderen auf der Berliner Stadtbahn und einzelnen Strecken der Hannoverschen Staatsbahn.

Es dürfte daher jetzt angezeigt erscheinen, den früheren Angaben einige weitere über die seitherige Entwicklung und Bewährung des fraglichen Systems folgen zu lassen.

Zunächst wäre hier des Oberbaues Erwähnung zu thun, wie er für die Berliner Stadtbahn projectirt und im Wesentlichen auf dieser, sowie auf der Hannoverschen Staatsbahn ausgeführt ist. (Fig. 1—5 Taf. XII.)

Die Fahrschiene des Berliner Stadtbahn-Oberbaues hat 125<sup>mm</sup> Höhe gegen 110<sup>mm</sup> der auf den Versuchsstrecken verwandten älteren Construction. An den Stössen ist dieselbe durch kräftige, nach Angabe des Herrn Geheimen Oberbaurath J. W. Schwedler construirten Winkellaschen versehen, deren Widerstandsmoment, wie aus der weiter unten mitgetheilten Tabelle hervorgeht, ungefähr dem der Fahrschiene gleichkommt.

Der Schienenstrang des Stadtbahn-Oberbaues bildet sonach einen continuirlichen Träger gleichen Widerstandsmomentes, was bei der früheren Anordnung nicht zutraf, indem der Schienenstrang an den Stossverbindungen erheblich schwächer war, als in den dazwischen liegenden Querschnitten.

Einen weiteren Fortschritt in der Construction zeigt der Stadtbahn-Oberbau in der Anordnung, dass die Stützbreite der Langschwelle 320<sup>mm</sup> beträgt, gegen 260<sup>mm</sup> bei der früheren Anordnung. Da nun bei ersterem Oberbau das Trägheitsmoment der Schiene  $J_1 = 752$  (in cm) und das der Lang-

schwelle  $J_2 = 128$  (in cm) ist, so ergibt sich für den Werth der Lagerung des Gestänges:


$$\sqrt[4]{b^3(J_1 + J_2)} = \sqrt[4]{32^3(752 + 128)} = 73,3.$$

während der ältere Oberbau nur den Lagerungswerth von  $\sqrt[4]{26^3(521 + 197)} = 59,6$  hatte.

Das metrische Gewicht der aus Flusseisen hergestellten Stadtbahn-Langschwelle beläuft sich auf 24,1 Kilogr., gegen 22,9 Kilogr. der älteren Construction und hat erstere daher ein Mehrgewicht von 1,2 Kilogr. pro Meter. Diese Gewichts-differenz ist darin begründet, dass der überhöhte Theil derselben stärkere Wandungen als beim früheren Profile besitzt und die sich daran schliessenden Flügel eine grössere Länge haben. Die ganze Höhe der Stadtbahn-Schwelle beträgt 67<sup>mm</sup>, gegen 90<sup>mm</sup> der älteren Schwelle und greifen die unter ca. 45° umgebogenen Flügelenden nur 10<sup>mm</sup> in den Bettungskies ein.

Letzte Anordnung ist gegenüber der älteren, bei welcher die Flügelenden unter ca. 60° abgeschrägt waren und 30<sup>mm</sup> tief in die Bettung eingriffen, eine unvortheilhaftere, indem das im Innern der Langschwelle eingeschlossene Bettungsmaterial leichter an den Flügelenden austreten kann. Vor Allem kommt letzter Umstand in Betracht, wenn das Gleis nur an der äusseren Seite bis an den Schienenkopf verfüllt ist, da alsdann das Ausfliessen des Bettungsmateriales hauptsächlich an der inneren Seite stattfindet, wodurch Spurverengungen erzeugt werden. So sind z. B. auf einigen der mit dem fraglichen Oberbau belegten Strecken der Hannoverschen Staatsbahn, welche eine zum Theil erdige Bettung auf undurchlässigem Untergrunde hatten, Spurverengungen von 5<sup>mm</sup> bis 7<sup>mm</sup> vorgekommen, die wenigstens bis zu einem gewissen Grade in dem Gesagten ihre Erklärung finden dürften.

Die Kastendecke der Stadtbahn-Langschwelle ist mit einer 1<sup>mm</sup> tiefen Aushöhlung versehen, sodass der Schienenfuss nicht in ganzer Breite, sondern zur Erzielung einer stärkeren elastischen Einbiegung nur mit den Rändern aufruht. Diese Aussparungen haben sich in Betriebe als sehr gefährlich erwiesen, indem durch die Quereinbiegungen Längsrisse in den Schienenfüssen entstanden, welche später zu Querbrüchen der ganzen Schiene Veranlassung gaben. Zur Verhütung der genannten Brüche hat man die Aussparungen der bereits verlegten Langschwellen mit 1<sup>mm</sup> starkem Bandeisen ausgefüllt und stellt die jetzt zur Verwendung kommenden in der Kastendecke schwach convex her, damit der Schienenfuss bei Querbiegungen des Schwellenprofils in Folge der Verkehrslasten niemals allein an den Kanten aufliegt.

Die vom Verfasser bei dem älteren Haarmann'schen Oberbau (ohne Querschwellen) eingeführte  förmige Schwellenlasche und deren Befestigung durch 4 Schrauben (Fig. 6 und 7 auf Tafel I des »Organs« vom Jahre 1880) ist beim Stadtbahn-Oberbau beibehalten, ebenso die Versetzung des Schienen- und Langschwellenstosses. Letztere beträgt beim Stadtbahn-Oberbau 615<sup>mm</sup>, bei der älteren Construction 540<sup>mm</sup> und ist neuerdings bis auf 1,817<sup>m</sup> vergrössert, indem es sich auf der Venlo-Hamburger Bahn bei Hassbergen und auf verschiedenen Strecken der Hannoverschen Staatsbahn zeigte, dass die Schienenstösse bis zu 3<sup>mm</sup> niedergefahren wurden.

Zur Befestigung der Schienen auf den Langschwellen dienen die, auch bei der älteren Construction im Gebrauche gewesenen Klammern, von denen je zwei gegen einander überliegende durch einen 20<sup>mm</sup> starken Schraubbolzen angezogen werden. Ein Lockern der Schraubenmuttern letzterer ist auf den in Betrieb befindlichen Strecken so gut wie gar nicht eingetreten, sodass ein Nachziehen nur in den seltensten Fällen erforderlich war.

Es dürfte daher als zulässig erscheinen, die Langschwellen des Haarmann'schen Oberbaues innerhalb des Gleises ganz zu verfüllen und würde hierdurch der Vortheil erreicht, dass dieselben einerseits tiefer in der Bettung und damit sicherer gegen die Einwirkungen der Nässe und des Frostes gelagert, andererseits der einseitigen Erwärmung durch die Sonnenstrahlen entzogen wären, wodurch Verbiegungen in der Längenform der Schwelle vermieden würden.

Die Spurweite und Neigung der Fahrschienen von 1:20 sind auf jede Schienenlänge durch 2 Querstreifen aus Winkel-eisen von 100 × 80 × 10<sup>mm</sup> und 1,8<sup>m</sup> Länge gesichert. Letztere werden an den Langschwellen unter Zuhülfenahme von 220<sup>mm</sup> breiten, gewalzten Stühlen befestigt, deren Neigung in der oberen Stützfläche 1:20 beträgt. Die Verbindung von Stuhl und Querwinkel erfolgt durch einen 20<sup>mm</sup> starken Schraubbolzen und diejenige der Langschwelle und des Stuhles durch 2 Klammern von der Form der übrigen Befestigungsklammern des Gestänges. Letzte Bolzen haben in der geraden Gleisstrecke die in Fig. 2 Taf. XII dargestellte Form; in der Curve kommt ausserdem noch die Form Fig. 2a zur Verwendung. Beide Bolzenarten haben unter dem Kopfe einen ovalen, 10<sup>mm</sup> hohen Theil, dessen Grundfläche ein Rechteck, an welches sich beiderseits je ein Halbkreis von 10<sup>mm</sup> Radius schliesst. Die Bolzenachse geht nun bei den Spurbolzen für die Gerade durch den Mittelpunkt des einen der beiden Halbkreise, während sie bei den für die Curve bestimmten Bolzen um 5<sup>mm</sup> gegen letzten Mittelpunkt versetzt ist.

Je nachdem man nun diese Bolzen mit einander combinirt kann man Spurerweiterungen von 5<sup>mm</sup> bis 20<sup>mm</sup> in Abstufungen von 5<sup>mm</sup> zu 5<sup>mm</sup> herstellen.

Die vorstehende Art der Befestigung der Querstreifen kann als eine empfehlenswerthe nicht angesehen werden, da folgende Nachtheile damit verbunden sind:

1. Der Bolzen, welcher in erster Linie die Spurweite zu sichern hat, ist nicht sichtbar und muss behufs seiner Controle die Bettung bis unter die Langschwelle aufgegraben werden.

Zur Verhütung des Rückganges der Schraubenmutter ist allerdings vor derselben ein Fixirungsblättchen angebracht, jedoch können heftige Horizontal- und Vertikalstösse der Locomotive Verbiegungen des Schwellenstuhles bezw. ein Einfressen desselben in die Querverbindung im Gefolge haben, wodurch derselbe bis zu einem gewissen Grade drehbar auf der Querverbindung wird. Die Spurweite ist alsdann nicht mehr gesichert und es treten, je nach der Beschaffenheit der Bettung, der Verfüllung des Gleises und der den Oberbau beanspruchenden Kräfte, Spurerweiterungen bezw. Spurverengungen ein.

2. Wenn die Langschwelle in Folge von kleinen (fast unvermeidlichen) Ausführungsfehlern von vornherein nicht satt auf dem Stuhle aufliegt, tritt im Laufe des Betriebes eine

innigere Berührung beider Theile ein, wodurch eine Lockerung der Befestigungsklammern des Schuhs und dementsprechend eine Wandelbarkeit in der Spurweite herbeigeführt wird.

Hierin dürften die auf verschiedenen, mit dem Stadtbahn-Oberbau belegten Strecken vorgekommenen Spurerweiterungen (Verden-Dörverden) und Spurverengungen (Hannover-Seelze) mit begründet sein, wenn auch nicht in Abrede gestellt werden kann, dass dieselben hauptsächlich durch die erdige Beschaffenheit und theilweise mangelhafte Entwässerung des Bettungskörpers jener Strecken herbeigeführt worden sind.

Das Wandern der Fahrschienen auf den Langschwellen ist beim Stadtbahn-Oberbau ebenso wie bei der älteren Construction dadurch wirksam verhindert, dass die dem Schienenstosse zunächst sitzenden Klammern vor die Enden der Schienenlaschen treten. Dem Wandern der Langschwellen wirken dagegen die tief in der Bettung liegenden Querverbindungen des Gleises genügend entgegen.

Die für die Curven bestimmten Langschwellen werden sofort, nachdem sie das Fertigkaliber der Walze verlassen, gegen eine entsprechend geformte Schablone gedrückt und so nach dem vorgeschriebenen Radius gebogen. Das Biegen der Langschwellen kann gegebenen Falles auch in kaltem Zustande derselben vorgenommen werden, ohne dass ihre Betriebssicherheit gefährdet wird, jedoch muss alsdann das Eisen über die Elasticitätsgrenze beansprucht werden, wodurch seine Arbeitsfestigkeit leidet.

Das Gewicht des Stadtbahn-Oberbaues anlangend, so setzt sich dasselbe pro Schienenlänge wie folgt zusammen:

2 Bessemer Stahlschienen je 9 <sup>m</sup> lang, pr. lfde. Meter	29,41 Kilogr. . . . .	je 264,70 = 529,40 Kg.
2 Paar Schienenlaschen aus Flussstahl . . . . .	« 23,86 = 47,72 «	
2 Langschwellen aus Flusseisen je 8,991 <sup>m</sup> lang, pr. lfde. Meter	24,1 Kilogr. . . . .	« 216,70 = 433,40 «
2 Schwellenlaschen aus Schweisseisen . . . . .	« 10,42 = 20,84 «	
4 Schwellenstühle desgl. . . . .	« 2,694 = 10,78 «	
2 Querswinkel desgl. . . . .	« 23,44 = 46,88 «	
4 Paar grosse Klammern aus Flusseisen . . . . .	« 1,41 = 5,64 «	
14 Paar kleine Klammern desgl. . . . .	« 1,234 = 17,28 «	
8 Schienenlaschenbolzen . . . . .	« 0,506 = 4,05 «	
18 Klammerbolzen . . . . .	« 0,596 = 10,73 «	
16 Schwellenlaschenbolzen . . . . .	« 0,341 = 5,46 «	
4 Spurbolzen . . . . .	« 0,387 = 1,55 «	
4 Unterlagsbleche für die Muttern der Schwellenlaschenbolzen . . . . .	« 0,712 = 2,85 «	
4 Fixirungsblättchen für die Spurbolzen . . . . .	« 0,025 = 0,10 «	
Gewicht pr. 9 <sup>m</sup> Gleis . . . . .	1136,68 Kg.	
« « lfde. Meter Gleis	126,213 «	

Die mit dem Stadtbahn-Oberbau bisher gemachten, theils ungünstigen Erfahrungen haben das Osnabrücker Stahlwerk dazu geführt, verschiedene Verbesserungen daran anzubringen und entstand so der Oberbau, wie er zu Anfang des Jahres 1881

auf der Hannoverschen Staatsbahn verlegt wurde und in den Fig. 6—8 Tafel XII dargestellt ist.

Bei dieser Construction ist ein 320<sup>mm</sup> breiter Schwellenstuhl angewandt, wodurch dem Ecken des einzelnen Fahrstranges auf kräftigere Weise Widerstand geleistet wird als bei dem Stadtbahn-Oberbau.

Aus Rücksichten auf einfache Herstellung und möglichst grosse Widerstandsfähigkeit bei kleinem Querschnitte hat die Schwellenlasche die nämliche Form wie der Schwellenstuhl erhalten und besitzt nunmehr das Gestänge am Schwellenstosse fast ganz dieselbe Festigkeit als im vollen Querschnitte.

Dem Durchdrücken der Stösse ist ausserdem durch eine um 1,202<sup>m</sup> grössere Versetzung des Schienenstosses gegen den Schwellenstoss entgegen gewirkt.

Um den Bettungskies bei Nässe zu verhindern, unter den Aussenkanten der Langschwellenfüsse hervorzuquellen, sind letztere an den Enden stark umgebogen und greifen 18<sup>mm</sup> tief in die Bettung. Das Langschwellenprofil hat dementsprechend 75<sup>mm</sup> Höhe erhalten.

Sämmtlichen Schraubenmutter sind Federringe untergelegt, um ein Lockern derselben zu verhindern. So zweckmässig diese Maassregel im Allgemeinen auch sein mag, so dürften doch die Federringe unter den Muttern der Klammerbolzen entbehrt werden können, da diese Bolzen verspannend auf das Schwellenprofil wirken und letzteres somit gegen dieselben federt.

Die Klammern sind 17<sup>mm</sup> stark, also 2<sup>mm</sup> stärker als beim Stadtbahn-Oberbau und ist hiedurch die Solidität der Verbindung nicht unwesentlich erhöht. Im Uebrigen sind Abweichungen gegen den Stadtbahn-Oberbau, abgesehen von der um 5<sup>mm</sup> niedrigeren Fahrschiene, nicht vorhanden.

Das Gewicht des in Rede stehenden Oberbaues ist aus folgender Zusammenstellung zu erschen.

2 Bessemer Stahlschienen 9 <sup>m</sup> lang, pr. lfde. Meter	27,1 Kilogr. . . . .	je 243,90 = 487,80 Kg.
2 Paar Schienenlaschen aus Flussstahl . . . . .	« 24,80 = 49,60 «	
2 Langschwellen aus Flusseisen, 8,991 <sup>m</sup> lang, pr. lfde. Meter	25,37 Kilogr. . . . .	« 228,10 = 456,20 «
2 Schwellenlaschen aus Schweisseisen . . . . .	« 17,70 = 35,40 «	
2 Schwellenstühle desgl. . . . .	« 7,33 = 14,66 «	
2 Querswinkel desgl., 1,9 <sup>m</sup> lg., pr. lfde. Meter	13,273 Kilogr. . . . .	« 25,22 = 50,44 «
2 Paar grosse Klammern aus Flusseisen . . . . .	« 1,70 = 3,40 «	
16 Paar kleine Klammern desgl. . . . .	« 1,44 = 23,04 «	
8 Schienenlaschenbolzen . . . . .	« 0,55 = 4,40 «	
18 Klammerbolzen . . . . .	« 0,68 = 12,24 «	
16 Schwellenlaschenbolzen . . . . .	« 0,33 = 5,28 «	
4 Spurbolzen . . . . .	« 0,41 = 1,64 «	
4 Unterlegsplatten . . . . .	« 0,77 = 3,08 «	
Gewicht pro 9 <sup>m</sup> Gleis . . . . .	1147,18 Kg.	
« « lfde. Meter Gleis	127,38 «	

(Die Federringe unter den Muttern hat die Hannoversche Staatsbahn geliefert.)

Die Erfahrungen mit dem vorstehenden Oberbau sind noch zu kurze, als dass man ein zutreffendes Urtheil über denselben fällen könnte; jedoch darf nicht unerwähnt bleiben, dass er auf den Strecken mit unreiner und mangelhaft entwässerter Bettung dieselbe Wandelbarkeit in der Spurweite gezeigt hat, wie der Stadtbahn-Oberbau.

Hiernach dürfte es angezeigt erscheinen, die Querverbindungen des Gleises zahlreicher anzuordnen und dieselben fester mit den Langschwellen zu verbinden. Letzteres könnte erreicht werden, wenn man die beiden äusseren Rippen des Schwellenstuhles nach aussen mit horizontalen Ansätzen versähe und durch diese und den darunter liegenden Querwinkel 2 Schraubbolzen zöge. Ausserdem wäre noch der Stuhl mit der Langschwelle durch Schraubbolzen anstatt durch Klammern zu verbinden.

Hinsichtlich der Anzahl der Querverbindungen dürfte in Betracht zu ziehen sein, ob man nicht anstatt der 2 Querwinkel deren 3 auf jede Schienenlänge anordnete, zumal dieselben bei ihrer tiefen Lage unter dem Schienenkopfe ganz erhebliche Biegemomente in sich aufzunehmen haben, wenn die Eisenbahnfahrzeuge Stösse von Belang auf das Gestänge ausüben.

Anstatt den dritten Querwinkel einzulegen, könnte man auch die Fahrschienen auf jede Schienenlänge durch eine bzw. zwei Spurstangen verbinden und hätte dann noch den Vortheil, dass das Gestänge weniger auf Torsion als bei nur tief liegenden Querverbindungen in Anspruch genommen würde.

Wenn man den Oberbau in dieser Weise abänderte und für eine gute Entwässerung seiner Bettung Sorge trüge, dürfte derselbe zu Ausstellungen der genannten Art keine Veranlassung mehr geben und sich in der Unterhaltung sehr billig stellen.

Bisher hat man allerdings der Entwässerung der Bettung beim Langschwellen-Oberbau in den meisten Fällen nicht die Aufmerksamkeit geschenkt, welche nöthig ist, wenn auf die Dauer eine gute Lage des Gleises erhalten werden soll. Wie schon in dem früheren Artikel über den Haarmann'schen Langschwellen-Oberbau bemerkt, wird die Bettung auch bei der besten anfänglichen Beschaffenheit im Laufe des Betriebes undurchlässiger, indem sich Staub und Schmutz auf ihrer Oberfläche ablagern, die beim Nachstopfen des Gleises in das Innere des Bettungskörpers gelangen. Auch fährt sich letzterer direkt unter den Langschwellen meistens so fest, dass Wasser nicht hindurchdringen kann und ist alsdann bei undurchlässigem Untergrunde zwischen den beiden Fahrsträngen ein Trog gebildet, in dem das Wasser stehen bleibt und die Bettung aufweicht. Es kann daher gar nicht genug darauf hingewiesen werden, dass eine gute Entwässerung für den Langschwellen-Oberbau geradezu eine Existenzfrage ist und dass dieses Oberbausystem, wenn es nicht gelingt, eine solche dauernd billig herzustellen, trotz all seiner Vortheile dem Querschwellenoberbau weichen müssen.

Im Allgemeinen dürfte es zur Entwässerung des Langschwellen-Oberbaues genügen, Rigolen bzw. eine Drainirung in folgender Weise auszuführen: In Richtung der Mittellinie des Gleises wird im Bettungskörper ein 300<sup>mm</sup> breiter Schlitz

ausgehoben, dessen Sohle 200 bis 300<sup>mm</sup> tief in das Planum eingreift und in horizontaler oder wenig geneigter Strecke ein undulirendes Gefälle hat. Auf letzterer wird ein Drainirröhrenzug verlegt (bzw. ein Entwässerungskanal aus Steinen gepackt) und dieser auf je 1 bis 2 Schienenlängen mit einem Querkanaile in Verbindung gebracht, der das in ersterem angesammelte Wasser nach der Dammböschung bzw. dem Einschnittsgraben zum Abfluss bringt. Nach Legung der Drainirröhren werden die ausgehobenen Gräben mit Steinschotter, Schlacke, oder sonst einem durchlässigen Materiale ausgefüllt.

Bei einer zweigleisigen Bahn wäre jedes Gleis in der vorstehenden Weise zu entwässern.

Die Kanäle der hier beschriebenen Entwässerung liegen zwar nicht frostfrei, haben aber eine so tiefe Lage im Bahnkörper, dass sie beim Stopfen des Gleises nicht berührt werden und den Erschütterungen des Gestänges so weit entzogen sind, als es zur Erzielung einer festen Lagerung wünschenswerth ist.

Zum Schluss möge hier noch eine Zusammenstellung über die Hauptdimensionen, Festigkeits- und Gewichtsverhältnisse des älteren Haarmann'schen Langschwellen-Oberbaues (ohne Querschwellen) und der beiden hier besprochenen abgeänderten Systeme des besseren Vergleiches halber Platz finden:

Laufende Nr.	Gegenstand.	Haarmann'scher Langschwellenoberbau.		
		älterer Construction.	Berliner Stadtbahnoberbau.	Modificirter Stadtbahnoberbau.
1.	Fahrschiene.			
	Höhe in cm . . . . .	11	12,5	12
	Trägheitsmoment in cm . .	521	752	670
	Widerstandsmoment in cm .	87	112	105
2.	Schienenlasche.			
	Widerstandsmoment von zwei Stück Schienenlaschen in cm	32	94	110
3.	Langschwelle.			
	Stützbreite in cm . . . . .	26	32	32
	Trägheitsmoment in cm . .	197	128	149
	Widerstandsmoment in cm .	38	35	36
	Metrisches Gewicht in kg . .	22,9	24,1	25,37
4.	Lasche der Langschwelle.			
	Widerstandsmoment in cm .	38	27	36
5.	Gewicht von 1 <sup>m</sup> Gleis in kg	113,60	126,21	127,38
6.	Werth der Lagerung des Gleises, den der älteren Construction = 1 gesetzt . . .	1	1,23	1,21

Der im ersten Hefte des »Organs« pro 1880 beschriebene Haarmann'sche Langschwellen-Oberbau für Secundärbahnen hat sich auf der Strecke Haag-Scheveningen im Laufe des nunmehr dreijährigen Betriebes sehr gut bewährt. Verfasser, welcher diesen Oberbau bei Gelegenheit einer Studienreise durch Holland im September 1881 besichtigte, fand denselben geradezu in einem tadellosen Zustande.

## II. Der Haarmann'sche Querschwellen-Oberbau.

### 1) Der Querschwellen-Oberbau mit Sattelstück.

Die einfache und sichere Befestigung der Schienen auf den Langschwellen beim Haarmann'schen Langschwellen-Oberbau gab Veranlassung, diese Befestigung auch auf den Querschwellen-Oberbau zu übertragen und ist so der auf Taf. XXVI Fig. 1—7 veranschaulichte Oberbau entstanden.

Die Querschwellen, welche das Profil der hannoverschen Staatsbahn von 250<sup>mm</sup> Auflagerbreite und 70<sup>mm</sup> Höhe und in ganzer Länge gerade Form haben, sind an den schwebenden Stößen der Fahrschienen 520<sup>mm</sup> von einander gelagert, im Uebrigen aber 1000<sup>mm</sup> bis 1020<sup>mm</sup>. An den Enden sind dieselben in der üblichen Weise durch Ausschneiden und Umbiegen der Kopfplatte geschlossen. Da, wo die Fahrschienen die Querschwellen kreuzen, befinden sich auf letzteren je zwei gusseiserne Sattelstücke, deren Oberfläche unter 1:20 geneigt und seitlich durch zwei Leisten begrenzt ist.

Die untere Lagerfläche des Sattelstückes trägt einen cylindrischen Zapfen, der in die Querschwelle eingreift und so die Verschiebung desselben auf der Querschwelle verhindert.

Zur Befestigung der Schiene auf dem Sattelstücke dienen 2 je 16<sup>mm</sup> dicke und 50<sup>mm</sup> breite Klammern aus Flusseisen, welche mit ihren Haken über den Schienenfuss und unter die Kopfplatte der Querschwellen greifen. Beide Klammern werden mit Hülfe eines 20<sup>mm</sup> starken, durch eine entsprechende Höhlung des Sattelstückes gehenden Schraubbolzens angezogen.

Das Wandern der Fahrschienen auf den Schwellen ist in der Weise verhindert, dass die Enden der Schienenlaschen, bzw. Ausschnitte in denselben gegen die Klammern der benachbarten Stossschwellen treten.

Die Spurerweiterung in den Curven wird durch entsprechende Lochung der Querschwelle erzielt.

Der im Vorstehenden beschriebene und durch eine verhältnissmässig tiefe Lagerung der Schwellen in der Bettung vor anderen eisernen Querschwellensystemen ausgezeichnete Oberbau, ist in verschiedenen Modifikationen des Sattelstückes zur Ausführung gekommen.

In Holland, wo der in Rede stehende Oberbau auf den Strecken Amsterdam-Utrecht, Rotterdam-Utrecht der Rhein-Eisenbahn und Hilversum-Utrecht und Hilversum-Amsfort der holländischen Eisenbahn-Gesellschaft seit 1879 auf grössere Längen verlegt wurde, hat das Sattelstück die in Fig. 4, Taf. XXVI angegebene Gestalt. Die Länge desselben beträgt 126<sup>mm</sup>, die mittlere Breite 137<sup>mm</sup>, die mittlere Höhe 42<sup>mm</sup> und haben die seitlichen Rippen der unter 1:20 geneigten Schienenaullagerfläche an der äusseren Seite 8<sup>mm</sup>, an der inneren Seite 6<sup>mm</sup> Dicke.

Bisher lauten die Erfahrungen mit diesem Oberbau sehr günstig. Selbst in dem äussergewöhnlich starken Winter von 1879/80 ist die Lage des Oberbaues eine gute geblieben und eine Lockerung der Klammerbolzen so gut wie gar nicht eingetreten.

Weniger günstige Erfahrungen sind mit dem Sattelstücke gemacht, wie es bei der Köln-Mindener Bahn auf der Strecke Couri-Camen construiert war. Die seitlichen Rippen der Auf-

lagenfläche für die Schienen waren hier bis auf das mittlere Drittel abgeschnitten (Fig. 6a—6b Taf. XXVI), um Platz für die auf dieser Bahn üblichen Winkellaschen zu schaffen, und war aus gleichem Grunde das Sattelstück abgeschrägt. Ferner war noch die genannte Auflagerfläche mit einer Aussparung versehen, sodass der Schienenfuss nur an den Enden auflag und beim Befahren des Oberbaues stark auf Querbiegung in Anspruch genommen wurde.

Bei der auf diesem Oberbau im October 1880 stattgehabten Entgleisung eines Personenzuges, welcher (aushülfsweise) durch eine Güterzuglocomotive mit Eilzuggeschwindigkeit gefahren wurde, fanden sich die kurzen Rippen abgeschlagen, die Klammern dagegen nur in den Haken aufgebogen, keineswegs aber abgerissen.

Wenngleich bei dem Courler Unfälle durch die mit einer ganz unzulässigen Geschwindigkeit fahrenden Güterzuglocomotive Kräfte auf den Oberbau übertragen wurden, welche unter normalen Verhältnissen in solcher Stärke nicht auf denselben wirken, so sah sich doch die Köln-Mindener Eisenbahnverwaltung veranlasst, bei ihren neuerdings mit dem Haarmann'schen Querschwellenoberbau belegten Strecken, die Rippen des Sattelstückes, wie in Fig. 1—3 auf Taf. XXVI angegeben, zu verstärken und in voller Länge durchgehen zu lassen; auch liess man die Aussparung in der Schienenaullagerfläche weg, sodass der Schienenfuss, wie sonst üblich, fest in ganzer Breite aufliegt. Erfahrungen über diese Construction liegen zur Zeit noch nicht vor.

Das Gewicht des letztgenannten Oberbaues setzt sich pro armirte Querschwelle wie folgt zusammen:

1 Querschwelle aus Flusseisen, pro lfd. Meter	20,543 Kilogr.,
2,3 <sup>m</sup> lang mit umgebogenen Enden	. . 48,15 Kilogr.
2 gusseiserne Sattelstücke, je	4,095 Kilogr. 8,19 "
2 Paar Klammern aus Flusseisen, je	1,255 " 2,51 "
2 Stück Klammerbolzen, je	0,629 Kilogr. . 1,258 "

Gewicht der armirten Querschwelle 60,108 Kilogr.

Berechnung der Haarmann'schen Querschwelle mit Sattelstück.

#### a) Druck der Querschwelle auf die Bettung.

Es bezeichne:

- J das Trägheitsmoment der Querschwelle in Bezug auf die horizontale Schwerpunktsachse in cm;
- E den Elasticitätsmodul des Materials der Querschwelle in Kilogr. per qcm;
- b die Stützbreite der Querschwelle in cm;
- G die stärkste Radbelastung der Locomotive während der Schnellfahrt, in Kilogr.;
- p die stärkste Pressung der Bettung durch die Querschwelle, in Kilogr. per qcm;
- $\gamma$  einen Faktor, der von der Elasticität der Bettung abhängt;
- 2 t die Länge auf welche die Querschwelle den Raddruck G überträgt, in cm.

Nimmt man nun an, dass die Fahrschiene, wenn das Rad der Belastung G über einer Querschwelle steht, auf jede der beiden nächstliegenden Schwellen 0,2 G überträgt und setzt

$k = \sqrt[4]{\frac{\gamma}{4 E J}}$ , so folgt für  $p$  (vergleiche Lehwald, der eiserne Oberbau S. 45)

$$p = 0,6 \cdot G \cdot \frac{k}{2b} \left\{ \frac{e^{2kt} + e^{-2kt} + 2 \cos 2kt + 4}{e^{2kt} - e^{-2kt} + 2 \sin 2kt} \right\}$$

Für  $G$  darf nicht die ruhende Belastung des Rades eingeführt werden, indem die letztere durch das Nicken und Wogen der Locomotive erheblich vergrößert, bezw. verringert wird. Erfahrungsmässig kann sich der Druck bei zweiachsigen Fahrzeugen bei grossen Geschwindigkeiten um ca. 40 % und bei dreiachsigen an der Vorder- und Hinterachse bis nahe zu 100 % der ruhenden Belastung vermehren bezw. vermindern. In Rücksicht hierauf soll  $G = 10^t$  angenommen werden, indem bei Eilzuglocomotiven der üblichen Art auf die Vorder- bezw. Hinterachse ein Gewicht von  $10^t$  bis  $12,5^t$  im ruhenden Zustande kommt.

Ferner hat man im vorliegenden Falle:  $\gamma = 10$ , entsprechend einer Zusammendrückung der Bettung von  $1^{\text{mm}}$  pro 1 Kilogr. Belastung per qcm;  $E = 2,000\,000$  Kilogr. per qcm;

$$J = 149 \text{ in cm}; k = \sqrt[4]{\frac{10}{4 \cdot 2,000\,000 \cdot 149}} = 0,01 \text{ (abgr.)};$$

$$b = 25^{\text{cm}}; t = 40^{\text{cm}}; G = 10\,000 \text{ Kilogr.}$$

$$p = 6000 \cdot \frac{0,01}{2 \cdot 25} \cdot 2,513 = 3,01 \text{ Kilogr. per qcm.}$$

Für eine Holzschwelle würde sich im mittleren Stadium der Abnutzung bei  $2,5^{\text{m}}$  Länge,  $b = 25^{\text{cm}}$ ,  $t = 50^{\text{cm}}$ ,  $J = 4580$ ,  $E = 100\,000$  ergeben:

$$k = 0,0086; p = 6000 \cdot \frac{0,0086}{2 \cdot 25} \cdot 2,31 = 2,4 \text{ Kilogr. per qcm.}$$

Die Holzschwelle drückt also die Bettung weniger als die eben berechnete eiserne, ein Resultat, welches nicht allein von dieser, sondern von fast allen der bisher ausgeführten eisernen Querswellen gilt und darin begründet ist, dass man den letzteren im Allgemeinen eine geringere Stützbreite und Länge als den Holzschwellen gegeben. Da nun die Holzschwellen keineswegs ein übertriebenes Maass von Sicherheit in Bezug auf Lagerung und dabei gegenüber den eisernen noch den Vorthail der tieferen Lage der Stützfläche in der Bettung haben, so dürfte es sich empfehlen, den eisernen Querswellen mindestens dieselbe Länge und Stützbreite wie den Holzschwellen zu geben.

#### b) Maximalbeanspruchung der Querschwelle.

Für das Biegemoment, welches die stärksten Längenspannungen in der Schwelle hervorruft, hat man unter den gemachten Voraussetzungen:

$$M_{\text{max}} = \frac{0,6 \cdot G}{4 \cdot k} \left\{ \frac{e^{2kt} + e^{-2kt} - 2 \cos 2kt}{e^{2kt} - e^{-2kt} + 2 \sin 2kt} \right\}$$

$$M_{\text{max}} = \frac{6000}{4 \cdot 0,01} \cdot 0,41 = 61500 \text{ Kilogr.} \times \text{cm.}$$

Letztes Moment tritt unter der Mitte der Fahrschiene ein, woselbst die Querschwelle durch das  $26^{\text{mm}}$  weite Loch für den Zapfen des Sattelstückes geschwächt ist und beträgt hier das Widerstandsmoment des Querschnittes nur 31, während es im vollen Profile den Werth von 36 hat. Bezeichnet nun  $s$  die  $M_{\text{max}}$  entsprechende stärkste Längenspannung in Kilogr. per qcm, so folgt:

$$M_{\text{max}} = 31 \cdot s; s = \frac{61500}{31} = 1980 \text{ Kilogr. per qcm}$$

welche Beanspruchung eine sehr hohe ist,

Die in der Schwelle bei der Belastung mit  $0,6 G$  hervorgerufene stärkste Querspannung tritt in der mittleren Längsfaser der Kopfplatte auf und berechnet sich wie folgt:

Nimmt man für die mittlere Pressung des in der Schwelle eingeschlossenen Bettungskörpers den Werth von

$$\frac{0,6 \cdot G}{2t \cdot b} = \frac{6000}{2 \cdot 40 \cdot 25} = 3 \text{ Kilogr. per qcm}$$

an, so ergibt sich für den Seitendruck des letzten Körpers, da seine Höhe gleich  $6^{\text{cm}}$  und angenommen werden kann, und der Seitendruck der Bettung  $\frac{1}{4}$  der Verticalbelastung per qcm beträgt:

$$\frac{3}{4} \cdot 2t \cdot 6 = 9 \cdot 40 = 360 \text{ Kilogr. pro halbe Querschwelle.}$$

Hiernach hat das auf Querbiegung wirkende grösste Moment den Werth:

$$M_0 = 2 \left( 360 \cdot 3,5 + 0,3 G \cdot \frac{25}{4} \right)$$

$$M_0 = 40020 \text{ Kilogr.} \times \text{cm.}$$

Die Nettolänge der fraglichen Faserschicht hat die Grösse:  $230 - 2(2,6 + 2 \cdot 2,2) = 216^{\text{cm}}$  und gilt demnach für die stärkste Querspannung  $s_0$  in Kilogr. per qcm:

$$40020 = \frac{1}{6} \cdot 216 \cdot 1^2 \cdot s_0$$

$$s_0 = 1112 \text{ Kilogr. per qcm.}$$

Wenn nur die horizontalen Ansätze des Schwellenprofils zum Aufliegen kämen, würde  $s_0 = \text{ca. } 1900$  Kilogr. per qcm sein.

#### c) Beanspruchung der Klammern.

Auf die Beanspruchung der Klammern sind hauptsächlich die von der Locomotive in Folge des Schlingelns und Schleifens ausgeübten Seitendrücke von Einfluss; ausserdem kommen noch die Zugkräfte in Betracht, welche an den Klammerhaken durch das Anziehen der Verbindungsbolzen entstehen.

Die erstgenannten Kräfte sind zur Zeit noch nicht genügend durch Versuche bestimmt und ist nicht bekannt, auf wie viel Klammern und in welchem Verhältnisse sie sich über dieselben vertheilen. Man ist deshalb, um rechnen zu können, auf eine Schätzung jener Kräfte angewiesen. Bezeichnet:

$2P$  die ruhende Belastung der Vorder- bezw. der Hinterachse einer Eilzuglocomotive in Kilogr.,

$H$  den von der Vorder- bezw. der Hinterachse ausgeübten Maximalseitendruck in Kilogr.,

$\Sigma V$  die von den Haken der in Frage kommenden inneren Klammern aufzunehmenden und durch den Seitendruck  $H$  hervorgerufenen Verticalkräfte in Kilogr.,

so folgt für das Gleichgewicht in Rücksicht auf nebenstehende Fig. 32.

$$H \cdot 16,5 - P \cdot 7,4 = 12,2 \Sigma V$$

$$\Sigma V = \frac{1}{12,2} (H \cdot 16,5 - P \cdot 7,4)$$

Rechnet man nun  $H$  zu 40 % der ruhenden Belastung der Vorder- bezw. Hinterachse und berücksichtigt, dass bei einer Seitenverschiebung der letzteren die Reibung zwischen

Rad und Schiene auf der dem Drucke  $H$  abgewandten Seite vermindernd auf  $H$  wirkt, so hat man unter Einführung des Reibungscoefficienten 0,2:

$$H = 0,4 \cdot 2P - 0,2P = 0,6P \\ \Delta V = 0,2P$$

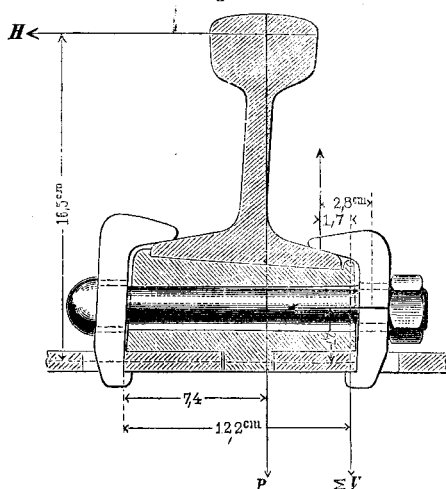
Vertheilt sich der von der Achse ausgeübte Seitendruck auf drei Klammern und kommt auf die mittlere  $0,4 \Delta V$  und auf jede der beiden andern  $0,3 \Delta V$ , so ergibt sich für die auf die mittlere Klammer wirkende Vertikalkraft:

$$V = 0,4 \cdot 0,2P = 0,08P, \text{ oder wenn } P = 6000 \text{ Kilogr.}$$

$$V = 0,08 \cdot 6000 = 480 \text{ Kilogr.}$$

Die Klammer hat in dem durch den Bolzen geschwächten Querschnitte  $1,6^{\text{cm}}$  Dicke bei  $5,0 - 2,5 = 2,5^{\text{cm}}$  Nettobreite

Fig. 32.



und erleidet, da sie auf zusammengesetzte Festigkeit beansprucht wird, die stärkste Spannung

$$s = \frac{V}{1,6 \cdot 2,5} + \frac{2,8 \cdot V}{\frac{1}{6} \cdot 2,5 \cdot 1,6^2} = 2,88V, \text{ mithin wenn } V = 480 \text{ Kg.}$$

$$s = 1380 \text{ Kilogr. per qcm.}$$

Zu dieser Spannung ist noch diejenige in Folge des Anziehens der Klammerbolzen zu setzen.

Nimmt man an, dass zum Drehen der Schraubenmutter ein Schlüssel von  $1^{\text{cm}}$  Länge benutzt wird und bezeichnet mit:

$K$  die von dem Arbeiter am freien Ende des Schlüssels ausgeübte Druckkraft in Kilogr.,

$Z$  die im Schraubbolzen durch  $K$  hervorgerufene Zugkraft in Kilogr.,

$\varphi$  den Reibungscoefficienten der Schraubenmutter auf ihrer Unterlage,

$r$  den Hebelarm letzter Reibung in Bezug auf die Bolzenachse in cm.,

so hat man für die in den Gewinden der Schraubenmutter, am mittleren Gewindehalbmesser  $r_0$  wirkende Horizontalkraft

$$Q = \frac{1}{4} Z \text{ (abger.) und}$$

$$Kl = \frac{Z}{4} \cdot r_0 + \varphi Z r$$

$$Z = \frac{1}{\frac{r_0}{4} + \varphi r} \cdot K$$

Setzt man in letzter Gleichung  $l = 40^{\text{cm}}$ ,  $r_0 = 0,9^{\text{cm}}$ ,  $r = 1,4^{\text{cm}}$  und  $\varphi = 0,2$ , so nimmt  $Z$  den Werth an

$$Z = \frac{40}{0,225 + 0,2 \cdot 1,4} \cdot K = 79,3 K, \text{ oder abger.} \\ Z = 80 \cdot K$$

Ist z. B.  $K = 3$  Kilogr., so folgt  $Z = 240$  Kilogr. und dementsprechend für die am Klammerhaken wirkende Vertikalkraft (siehe Textfigur 32)

$$V_1 \cdot 1,7 = Z \cdot 2,7; V_1 = 1,59 Z = 382 \text{ Kilogr.}$$

Letzte Kraft erzeugt in dem durch den Bolzen geschwächten Klammerquerschnitte die Maximalspannung:

$$s_1 = 2,88 \cdot V_1 = 1100 \text{ Kilogr. per qcm.}$$

Die grösste Gesamtspannung der Klammer beträgt somit im vorliegenden Falle:

$$s + s_1 = 1380 + 1100 = 2480 \text{ Kilogr. per qcm.}$$

Da Flusseisen eine absolute Festigkeit von ca. 6000 Kilogr. per qcm hat, ist letzte Spannung noch zulässig. Es dürfte sich aber empfehlen, um die Zusatzspannung  $s_1$  herabzuziehen, die Muttern der Klammerbolzen so wenig als eben noch statthaft anzudrehen. Die gewöhnlichen Hakennägel pflegt man ja auch nur so weit in die Holzschwellen zu schlagen, dass die Haken den Schienenfuss leicht berühren.

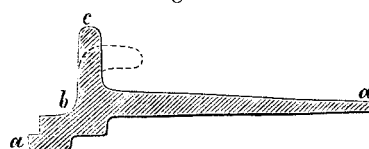
## 2) Querschwellen-Oberbau mit Hakenplatte und Klemmplättchen.

Bei diesem auf Tafel XXVI Fig. 8—13 veranschaulichten Oberbau ist zwischen Querschwellen und Schiene eine Platte eingeschaltet, welche an der äusseren Seite über den Schienenfuss gebogen ist und hier einen  $50^{\text{mm}}$  breiten Haken hat, mit dem sie unter die Kopfplatte der Querschwellen greift. In der Oberfläche ist die Hakenplatte zur Herstellung der Schienenneigung unter  $1:20$  abgeschrägt und konnte daher eine, in ganzer Länge gerade Querschwellen zur Anwendung kommen.

An der inneren Seite der Schiene erfolgt die Befestigung des Schienenfusses durch ein Klemmplättchen, welches durch einen  $20^{\text{mm}}$  starken Schraubbolzen gegen die Deckplatte der Querschwellen angezogen wird. Der Schraubbolzen ist in der Höhe der Hakenplatte vierkantig gebildet, um derselben einen sichern Halt gegen Drehung zu geben.

Die Lochung der Querschwellen für die Gerade und Curve ist dieselbe und muss daher die Spurerweiterung in der Curve durch Veränderung in den Dimensionen der Hakenplatte und der Klemmplättchen hergestellt werden. Das Klemmplättchen wird zu diesem Ende in seinem unteren Theile mit einem rechtwinkligen Ansatz von der Länge der Spurerweiterung versehen und der Haken der Platte um dasselbe Maass näher an dieselbe herangesetzt (Fig. 11—13 Taf. XXVI).

Fig. 33.



Die Herstellung der Hakenplatte anlangend, so wird dieselbe in Form der Textfigur 33 gewalzt und später im warmen Zustande im Theile  $b c$  umgekrempelt.



Den Querschwellen ist ein im Wesentlichen den Haarmann'schen Langschwellen gleiche Profil gegeben, indem dasselbe bei kleiner Querschnittsfläche ein grosses Widerstandsmoment und einen grossen Werth der Lagerung besitzt. \*)

Berechnung des Oberbaues mit Hakenplatte:

a) Druck auf die Bettung.

Macht man hier dieselben Annahmen wie bei dem zuvor berechneten Querschwellen-Oberbau und führt dieselben Bezeichnungen ein, so folgt für den Maximaldruck, welchen die Querschwelle auf die Bettung per qcm überträgt:

$$p = 0,6 \cdot G \cdot \frac{k}{2b} \left\{ \frac{e^{2kt} + e^{-2kt} + 2 \cos 2kt + 4}{e^{2kt} - e^{-2kt} + 2 \sin 2kt} \right\}$$

$$\text{Nun ist } \gamma = 10; E = 2000000; J = 102$$

$$k = \sqrt[4]{\frac{\gamma}{4 \cdot E J}} = 0,0105; b = 25 \text{ cm}; t = 40 \text{ cm}$$

$$G = 10000 \text{ Kilogr.}$$

$$p = 6000 \cdot \frac{0,0105}{2 \cdot 25} \cdot 2,4 = 3,0 \text{ Kilogr. per qcm.}$$

b) Maximalbeanspruchung der Querschwelle.

Für das, die grössten Längenspannungen in der Schwelle hervorrufende Biegemoment hat man wie früher:

$$M_{\max} = \frac{0,6 \cdot G}{4 \cdot k} \left\{ \frac{e^{2kt} + e^{-2kt} - 2 \cos 2kt}{e^{2kt} - e^{-2kt} + 2 \sin 2kt} \right\}$$

$$M_{\max} = \frac{6000}{4 \cdot 0,0105} \cdot 0,42 = 60000 \text{ Kg.} \times \text{cm.}$$

Ganz in der Nähe des Querschnittes, in welchem das Maximalmoment auftritt, ist die Querschwelle durch das 52<sup>mm</sup> breite Loch für den Haken der unter den Schienen befindlichen Platte stark geschwächt und soll daher bei Berechnung der stärksten Inanspruchnahme der Schwelle letzter Querschnitt zu Grunde gelegt werden.

Das Widerstandsmoment des geschwächten Querschnittes ist 22 in cm und ergibt sich daher für die stärkste Biegespannung:

$$s = \frac{M_{\max}}{22} = \frac{60000}{22} = 2730 \text{ Kilogr. (abger.)}$$

Um letzte sehr erhebliche Spannung herabzuziehen, dürfte es sich empfehlen, die Kopfplatte der Querschwelle zu verstärken und den Haken weniger breit zu nehmen.

Die Querspannungen sind hier weniger von Belang, da die Enden der Querschwelle durch T-Eisen geschlossen sind, deren Niete durch die winkelförmigen Ansätze des Schwellenprofils greifen.

Das Gewicht einer mit Hakenplatte und Klemmplättchen armierten Querschwelle beläuft sich auf 49,248 Kilogr. und setzt sich wie folgt zusammen:

1 Querschwelle aus Flusseisen, per lfd. Meter	
18,4 Kilogr., 2,3 <sup>m</sup> lang . . . . .	42,320 Kg.
2 T-Eisen . . . . . je	1,132 Kg. 2,264 «
4 Niete . . . . . je	0,311 « 1,244 «
2 Hakenplatten aus Flusseisen je	1,150 « 2,300 «
2 Klemmplättchen . . . . . je	0,280 « 0,560 «
2 Schraubenbolzen . . . . . je	0,280 « 0,560 «
Summa	49,248 Kg.

Erfahrungen über diesen Oberbau liegen noch nicht vor und muss deshalb abgewartet werden, ob die Befestigung der Schienen mit Hülfe von Hakenplatten der vorstehenden Art dauernd eine sichere ist.

Versuche mit den Haarmann'schen Oberbau-Systemen.

Um die Widerstandsfähigkeit der beschriebenen Haarmann'schen Lang- und Querschwellensysteme gegen Horizontalkräfte im Vergleiche zu anderen üblichen Oberbausystemen kennen zu lernen, wurden im December 1880 auf dem Stahlwerke zu Osnabrück Versuche in folgender Weise gemacht:

Auf einem zweiachsigen Güterwagen von je 11 Tonnen Achsbelastung war ein hölzernes Gerüst aufgerichtet, von dem eine 5<sup>m</sup> lange, unten einen Gussklotz von 228,5 Kilogr. tragende Kette frei bis zu den Fahrseilen herabhing.

Der Aufhängepunkt war so gewählt, dass der Eisenklotz in seiner Ruhelage den Schienenkopf des eines Fahrstranges an der Innenseite in einem Punkte berührte, der 1,75<sup>m</sup> Abstand von der Vorderachse des Güterwagens hatte. Zur Ausübung eines Horizontalstosses auf das Gestänge gab man dem Gussklotze einen Ausschlag von 3<sup>m</sup>, entsprechend einer Fallhöhe von 1<sup>m</sup> und liess ihn alsdann frei gegen den Schienenkopf schwingen.

Die durch den Anprall hervorgerufene Durchbiegung wurde von einem festen Punkte aus gegenüber der Schlagstelle gemessen und das Federn der Schiene aus den Eindrücken bestimmt, welche ein, aussen fest an derselben anliegender plastischer Thonkuchen zeigte.

Bei diesen Versuchen wurde das Gleis in ähnlicher Weise beansprucht, wie von einer schlängelnden Locomotive, deren Vorderachse vollständig entlastet ist. Jedoch waren die von dem Gussklotze ausgeübten Horizontalkräfte grösser als die von der Locomotive unter normalen Verhältnissen erzeugten, indem die musterhaft ausgeführten und unterstopften Versuchsgleise oft nach wenigen Schlägen des Fallbären so erhebliche Deformationen und Lockerungen zeigten, wie man sie bei gut unterhaltenen Gleisen auf der Strecke niemals wahrnimmt.

In der folgenden Tabelle sind die gewonnenen Versuchsergebnisse zusammengestellt.

\*) Neuerdings sind derartige Querschwellen auf verschiedenen Linien z. B. auf der Magdeburg-Halberstädter, der Hannoverschen Staatsbahn etc. verwandt.

System.	Spurerweiterung nach					Federung der geschlagenen Schiene nach					Bleibende Durchbiegung der geschla- genen Schiene nach					Bleibende Durchbiegung der ungeschla- genen Schiene nach					Seitliche Schwellen- verschiebung nach					Bemerkungen.		
	1	5	10	15	20	1	5	10	15	20	1	5	10	15	20	Entlastung	1	5	10	15	20	Entlastung	1	5	10		15	20
	Schlägen mm					Schlägen mm					Schlägen mm					Entlastung	Schlägen mm					Entlastung	Schlägen mm					
Haarmann'scher Langschwellen-Oberbau mit 320mm breiter Schwellenlasche und Schwellenstuhl, mit 2 Querwinkeln. Temperatur + 20 R.	3,5	4,5	5,5	6	6,5	18	21	22	23	24	4	8	9	10	12		12	0	3	4	5		6	7				
Desgl. mit 1 Querwinkel am Schwellenstosse und 2 in je 3m angebrachten Spurstangen. Temperatur + 80 R.	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	12	20	22	24	24	6	12	18	21	22	19	5	11	14	17	18	20						Schläge zwischen beiden Spurstangen. Klammern und Bolzen fest. Die Maximaldurchbiegung erfolgte 2m von der Schlagstelle.
Hilf'scher Langschwellen-Oberbau mit Querschwellen am Stosse und 2 Spurstangen in je 3m Entfernung. Temperatur + 0,50 R.	3	4	5	6	5,5	12	19	18	20	23	6	10	14	15	16	—	5	10	11	12	13	—						Schlagstelle zwischen 2 Spurstangen. Nach dem 5ten Schlage von der Innenseite der geschlagenen Schiene ein Klemmplättchen los; nach dem 10ten Schlage in der Nähe der Schlagstelle bei der geschlagenen und gegenüber an der ungeschlagenen Schiene sämtliche Klemmplättchen gelockert bzw. gänzlich los.
Rheinischer Langschwellen-Oberbau mit 3 Spurstangen. Temperatur + 0,50 R.	1	3	3	3	3	20	25	27	27	30	3	9	13	17	18	—	2	6	11	13	15	—						Schlagstelle zwischen 2 Spurstangen. Beim 5ten Schlage waren die Klemmplättchen an der Innenseite der geschlagenen Schiene los.
Eichener Querschwellen-Oberbau mit Tirefonds. Temperatur + 0,50 R.	—2	—1	0	2	2	19	34	38	38	43	10	23	30	35	37	—	12	23	30	34	36	—	7	19	25	28	30	Schlagstelle zwischen 2 Querschwellen. Nach dem ersten Schlage war der äussere Tirefond an der unbelasteten Seite der Schiene etwas zurückgedrängt; nach dem 15ten Schlage war der Schienenfuss ganz frei; nach dem 20ten Schlage war er um 27mm zurückgedrängt. Die Spurverengung in den beiden ersten Schlägen ist durch die kräftigen Rückschläge erfolgt.
Eichener Querschwellen-Oberbau mit Hakenägeln. Temperatur 80 R.	3	7	16	25	30	22	40	46	57	47	14	40	57	65	86	76	11	31	43	50	53	—	15	35	45	53	59	Schlagstelle zwischen 2 Querschwellen. Nach dem ersten Schlage waren die beiden der Schlagstelle benachbarten äusseren Hakenägel um 10mm nach hinten herübergebogen; nach dem 5ten Schlage 26mm, so dass die Schiene freilag; nach dem 10ten Schlage betrug die Zurückbiegung 35mm, nach dem 20ten Schlage 55mm. Die grösste Durchbiegung fand sich hier, wie beim ersten Versuche, 2m von der Schlagstelle und betrug nach dem 20ten Schlage 104mm.
Kiefern Querschwellen-Oberbau mit Hakenägeln. Temperatur + 0,50 R.	2,5	6	6	14	20	15	40	50	47	46	1	9	9	19	23	—	0	6	7	10	11	—	1	6	10	16	18	Der äussere Haken Nagel auf der unbelasteten Seite der geschlagenen Schiene hatte sich gehoben nach dem 1 — 5 — 10 — 15 — 20ten Schlage um 10 — 30 — 47 — 60 — 65mm; zugleich hatte sich der Nagel von der Innenseite gehoben um 8mm nach dem 5ten Schlage, um 9mm nach dem 10ten Schlage. — Schlagstelle zw. 2 Querschwellen.
Haarmann'scher Querschwellen-Oberbau mit gusseisernem Sattelstück. Temperatur + 0,50 R.	0,5	0,5	1	2	3	10	23	25	25	25	16	32	44	53	60	—	12	27	37	45	50	—	8					Bis zum 15ten Schlage Bolzen und Klammern fest. Hiernach wurden noch 7 Schläge gegeben, von denen 2 aussergewöhnliche d. h. über den gewöhnlichen Ausschlag des Pendels heraus. Eine Aussenklammer an der geschlagenen Schiene wurde etwas gelockert, im Uebrigen sämtliche Bolzen, Klammern und Sattel fest. Schlagstelle zwischen 2 Querschwellen.
Gebogene eiserne Querschwellen der Rheinischen Bahn. Temperatur + 0,50 R.	1,5	2	3	4	4	7	20	17	22	26	19	38	55	66	74	—	13	31	48	60	64	—	14	35	55	67	76	Nach dem 5ten Schlage waren die Klemmplättchen besonders, jene an der Schlagstelle, locker. Schlagstelle zwischen 2 Querschwellen.
Gebogene eiserne Querschwellen der Bergisch-Märkischen Eisenbahn. Temperatur + 0,50 R.	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	10	13	23	26	29	16	34	47	58	63	—	10	26	40	50	57	—	7	26	40	50	59	Nach dem ersten Schlage waren die Keile an der Schlagseite etwas gelockert; nach dem 5ten Schlage zerbrach eine Klammer. Bei den folgenden Schlägen trat eine weitere Lockerung der Keile ein. — Schlagstelle zw. 2 Querschwellen.
	17*	13	12	11,5	11,5																							
	*Vor Beginn des Schlagens																											

Diese Versuche zeigen, dass beim eisernen Querschwellen-Oberbau Spurerweiterungen in Folge von Seitenstössen der Locomotive lange nicht so zu befürchten sind, als beim Langschwellen-Oberbau mit tief liegenden oder wenig zahlreichen Querverbindungen.

Die Querschwellensysteme zeigten dagegen eine grössere seitliche Verschiebung des Gleises als die Langschwellensysteme, so dass der Vortheil der kleineren Spurerweiterung ganz, oder zum Theil wieder durch die Deformation des Gleises aufgehoben wird.

Die Befestigungen der Schienen auf hölzernen Querschwellen mit Tirefonds oder Hakennägeln erwiesen sich bei den ausgeübten Seitenstössen als ungenügend, indem schon nach den ersten Schlägen Lockerungen im Gestänge eintraten und die Schienen beider Fahrstränge auf grössere Länge mehr oder weniger frei lagen. Es zeigte sich aber die Befestigung mit Tirefonds erheblich fester als diejenige mit Hakennägeln.

Bei dem eisernen Querschwellenoberbau traten bei den Systemen mit gebogener Querschwelle grössere Spurerweiterungen ein als bei denjenigen mit graden. Ganz vorzüglich bewährte sich das Haarmann'sche Querschwellensystem mit gerader Querschwelle und Sattelstück, da sich bei diesem weder eine Lockerung der Klammern noch eine Spurerweiterung zeigte.

Die verhältnissmässig grossen Spurerweiterungen bei dem zuerst angeführten Haarmann'schen Langschwellenoberbau haben in den tief liegenden, wenig zahlreichen Querverbindungen ihren Grund.

Der hierauf in der Tabelle folgende Haarmann'sche Langschwellenoberbau mit einem Querwinkel am Schwellenstosse und zwei in je 3<sup>m</sup> (in den Schienenstegen der beiden Fahrstränge) angebrachten Spurstangen zeigte von den probirten Langschwellensysteme die geringste Spurerweiterung und dürfte es daher angezeigt sein, dieser Anordnung eine grössere Aufmerksamkeit in der Praxis zu schenken.



# Der Haarmann'sche Langschweller-Oberbau. Schwellenstoss Berliner Stadtbahn.

Fig. 1 Ansicht 1:3.

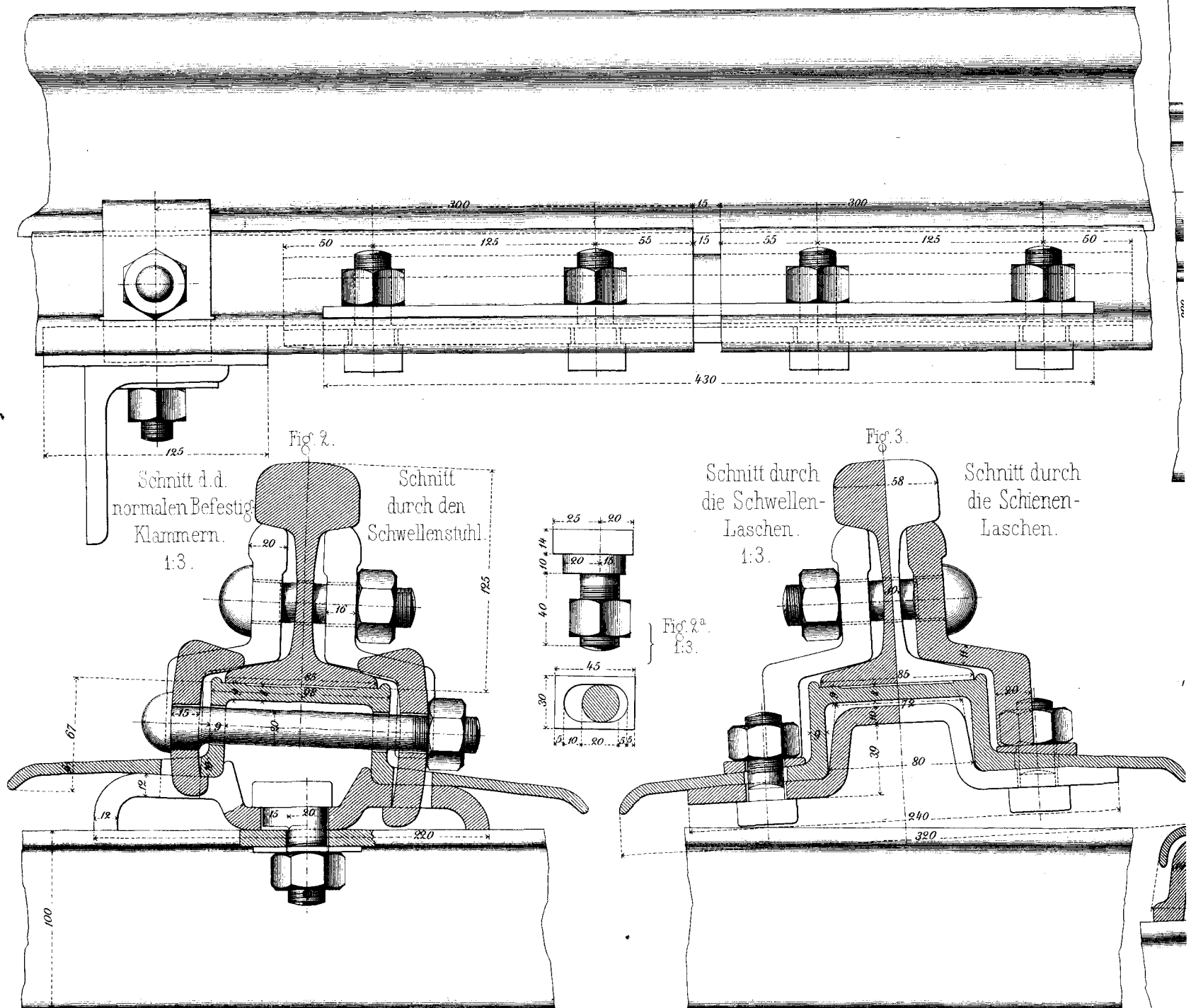


Fig. 4. Anordnung des Gleises 1:50.

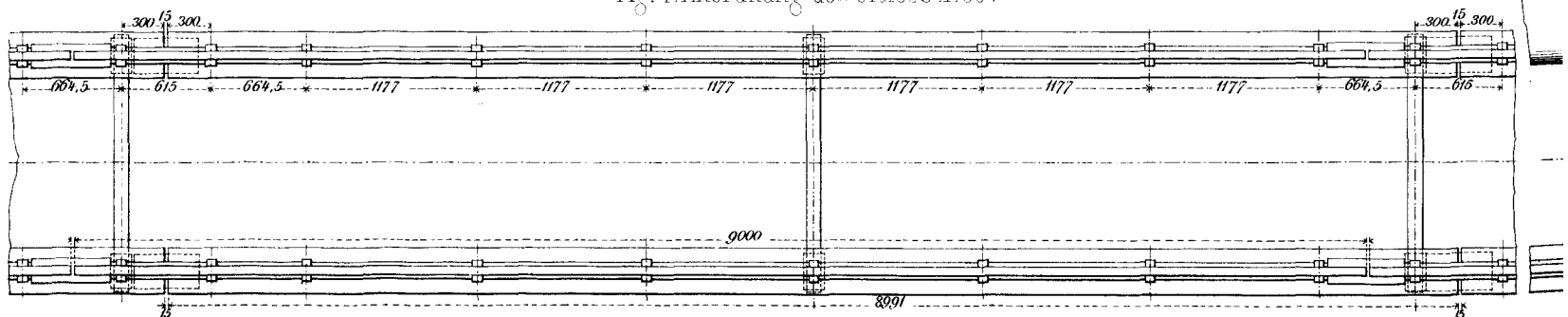
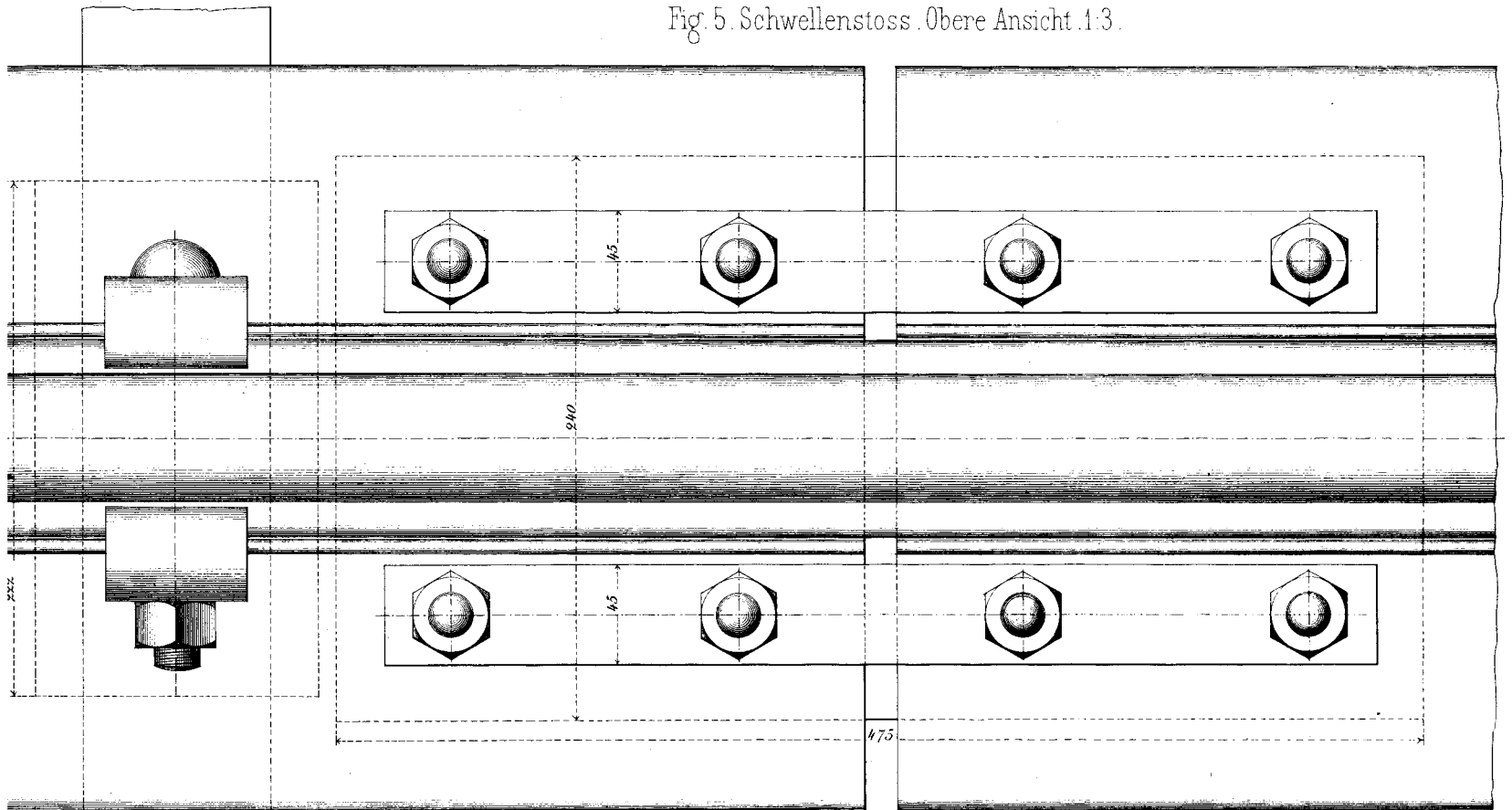
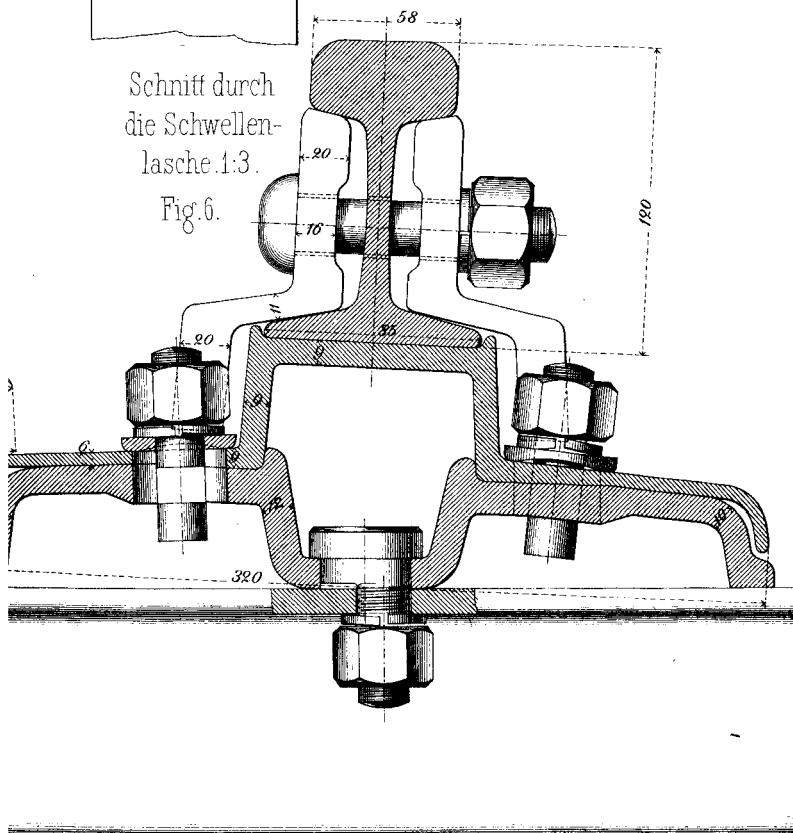


Fig. 5. Schwellenstoss. Obere Ansicht 1:3.



Schnitt durch  
die Schwellen-  
lasche 1:3.

Fig. 6.



Schnitt durch  
die normalen  
Klammern.

Fig. 7.

Schnitt durch  
den Schwellen-  
stuhl 1:3.

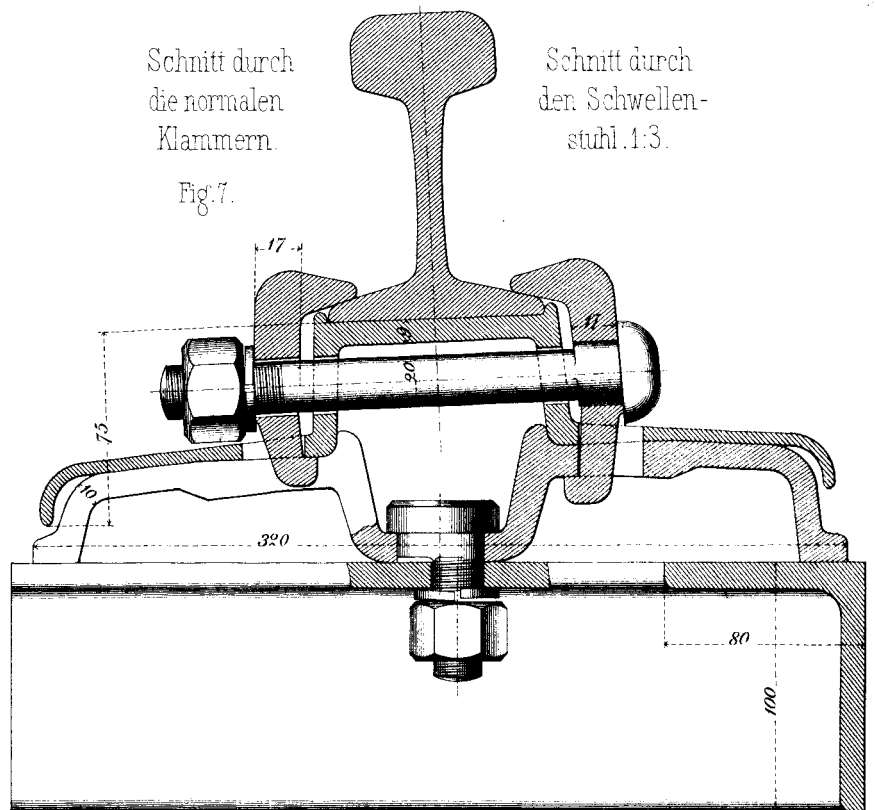
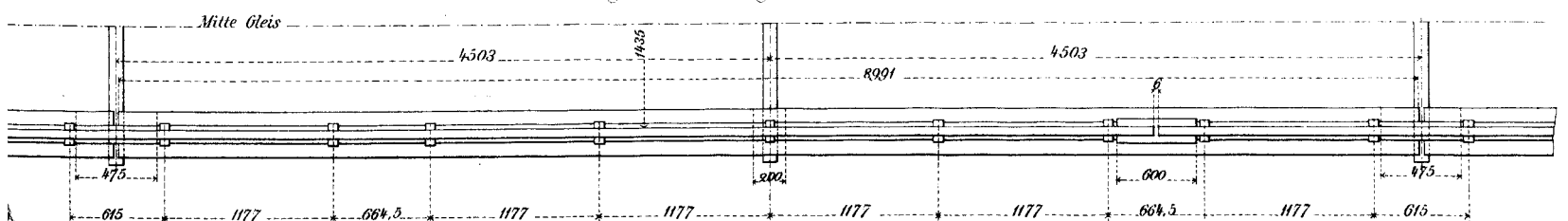


Fig. 8. Anordnung des Gleises 1:50.



Oberbau für die Köln-Mindener Bahn.

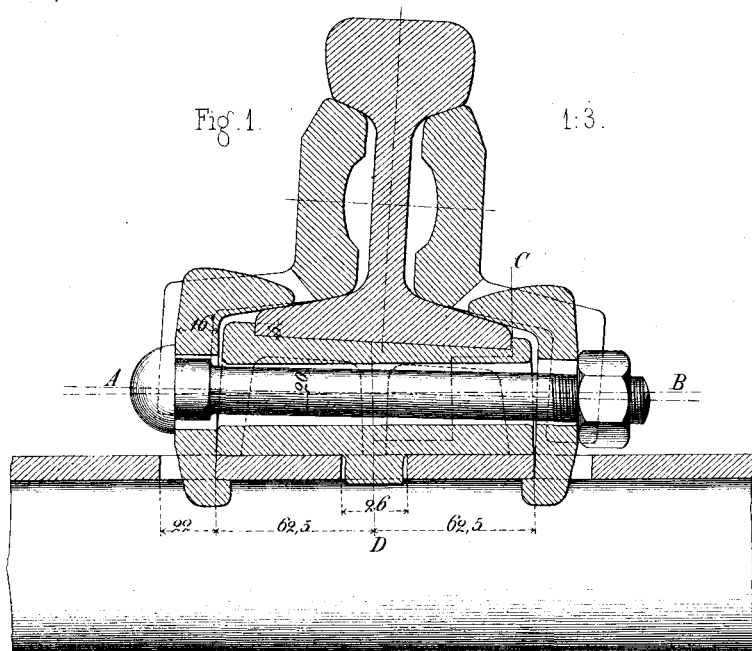
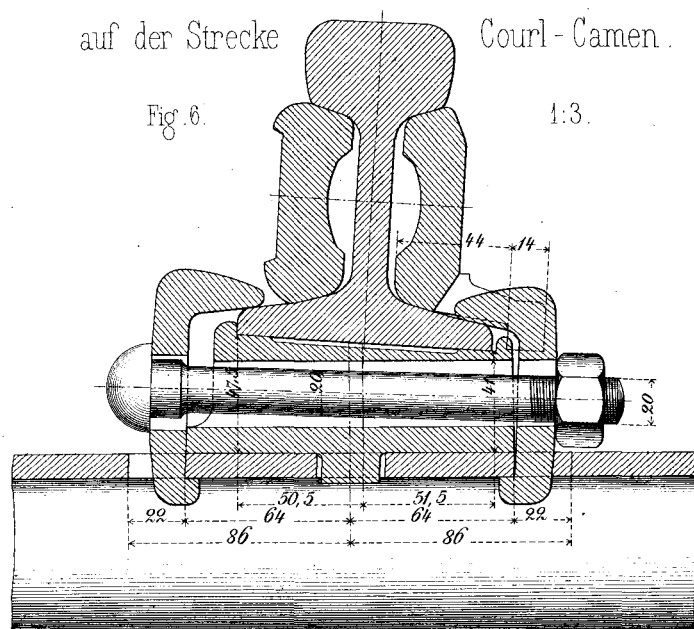
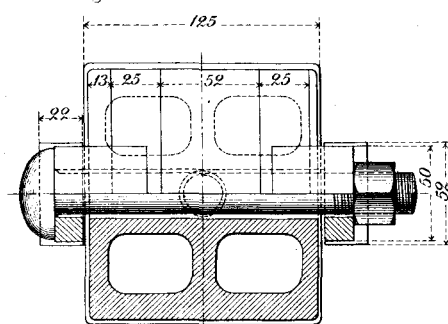
Frühere Construction des Oberbaues  
auf der Strecke Courl-Camen.

Fig. 2. Grundriss. 1:4.



Schnitt A-B.

Fig. 4. 1:4.

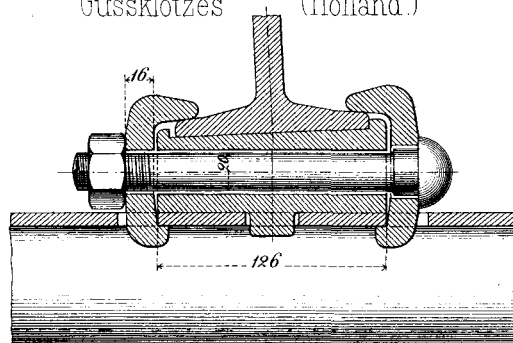
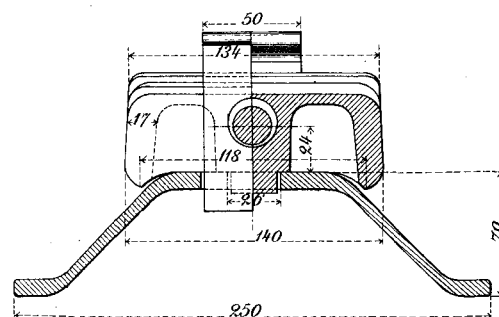
Ursprüngliche Form des  
Gussklotzes (Holland.)Fig. 3. 1:4.  
Seitenansicht Schnitt C-D.

Fig. 5. Anordnung des Gleises. 1:40.

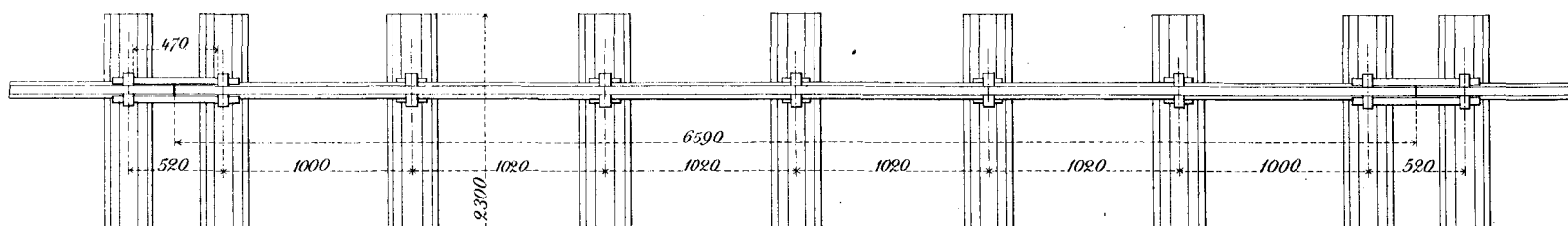
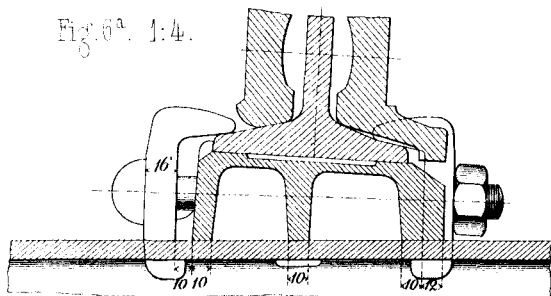
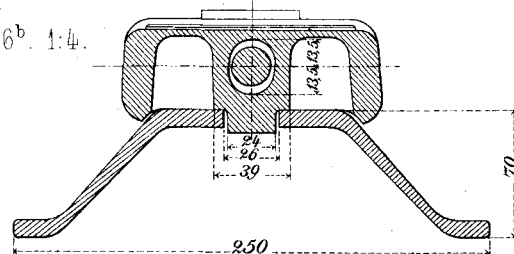
Fig. 6<sup>a</sup>. 1:4.Fig. 6<sup>b</sup>. 1:4.

Fig. 7. Seitenansicht. 1:4.

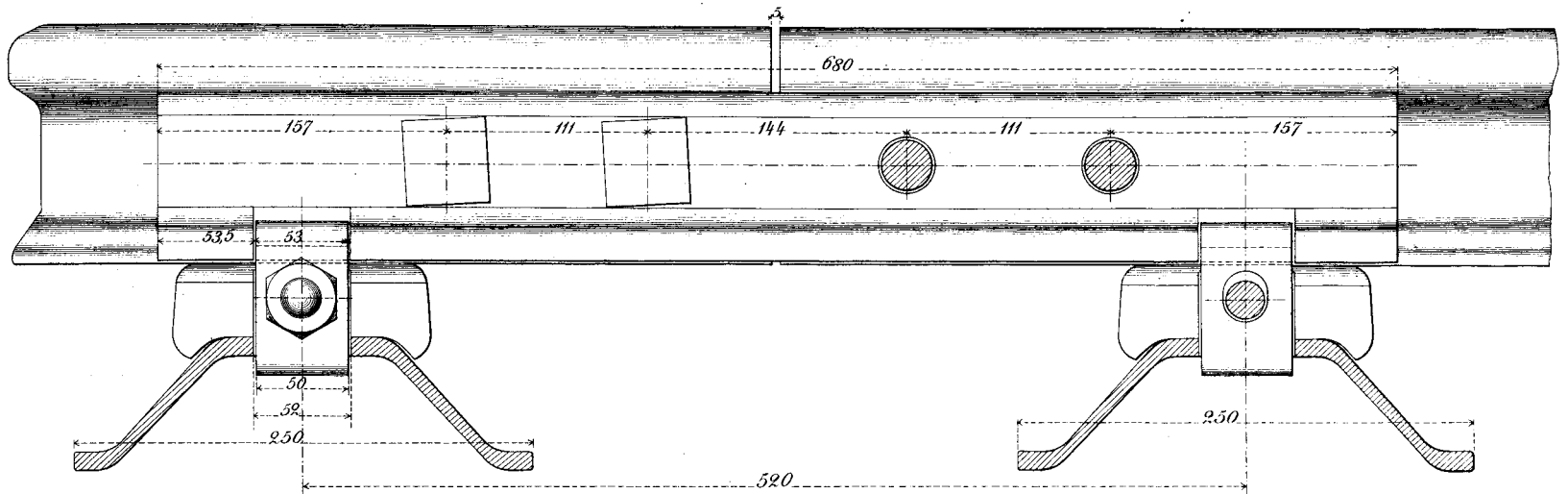


Fig. 9. Seitenansicht. 1:3.

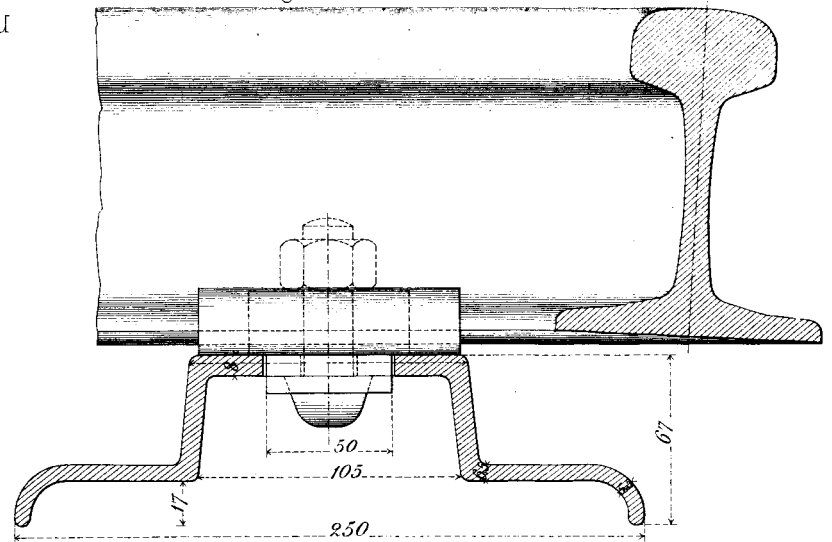


Fig. 8. Querschnitt. 1:3.  
Querschwellen - Oberbau  
mit  
Hakenplatte.

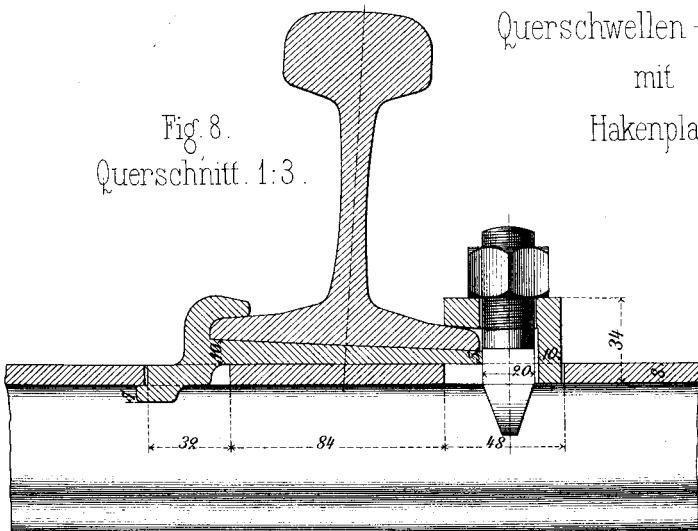
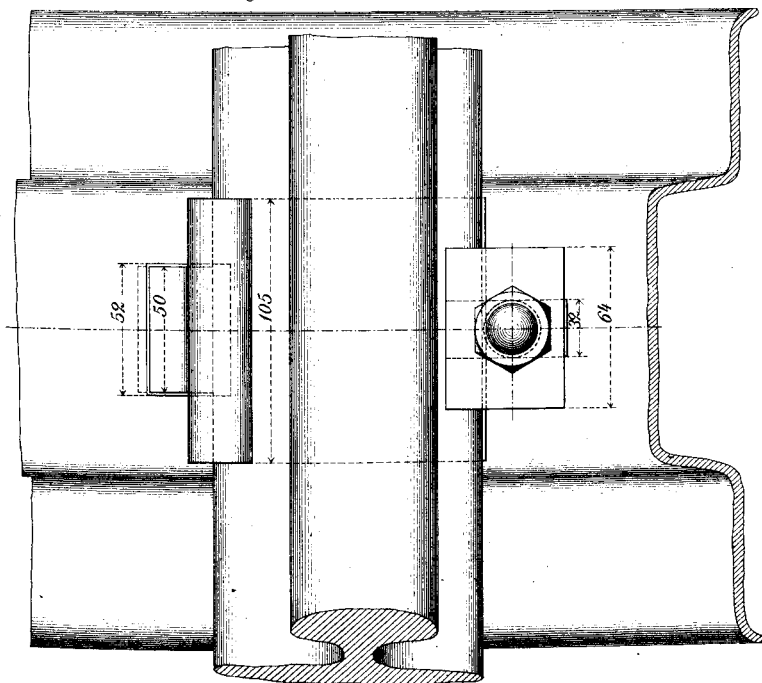


Fig. 10. Grundriss. 1:3.



Spurerweiterung für die Kurven. 1:3.

